

Aus der Frauenklinik mit Poliklinik  
der Universität Erlangen - Nürnberg  
Direktor: Professor Dr. med. K. G. Ober

---

**Das Verhalten der Motilität  
des Kryospermas beim Einfrieren in  
temperaturkonstanten Dampfphasen  
zwischen  $-100^{\circ}$  und  $-180^{\circ}$**

**Inaugural - Dissertation**  
zur Erlangung der Doktorwürde  
dem Fachbereich Medizin  
der Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von  
**Sylvia Marion Burkardt**  
aus Nürnberg

1976 № 325



Aus der Frauenklinik mit Poliklinik  
der Universität Erlangen - Nürnberg  
Direktor: Professor Dr. med. K. G. Ober

---

**Das Verhalten der Motilität  
des Kryospermias beim Einfrieren in  
temperaturkonstanten Dampfphasen  
zwischen  $-100^{\circ}$  und  $-180^{\circ}$**



**Inaugural - Dissertation**

zur Erlangung der Doktorwürde  
dem Fachbereich Medizin  
der Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von  
**Sylvia Marion Burkardt**  
aus Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin  
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. K.-G. Bregulla

Korreferent: Prof. Dr. K.-G. Ober

Tag der mündlichen Prüfung: 09. August 1976

## Inhaltsverzeichnis

|                                      | Seite |
|--------------------------------------|-------|
| 1. Einleitung                        | 1     |
| 2. Methodik                          | 4     |
| 3. Versuchsergebnisse und Diskussion | 8     |
| 4. Zusammenfassung                   | 14    |
| 5. Literaturverzeichnis              | 27    |
| 6. Tabellen                          | 15    |
| 7. Biographische Daten               | 28    |



## EINLEITUNG

Biologische Vorgänge lassen sich durch die Erniedrigung der umgebenden Temperatur reduzieren. Diese Erkenntnis ist alt. In der Medizin wird sie vielfach genutzt, etwa in der Herzchirurgie, bei der Aufbewahrung von Blutkonserven oder von menschlichen Ejakulaten. In den letzten Jahren hat man versucht, die Lagerungsdauer für die Erythrozyten durch das Einfrieren der Blutzellen weiter zu verlängern. Das ist durch die Zugabe protektiver Substanzen gelungen. Diese Schutzstoffe, von denen heute Glycerin, Dimethylsulfoxyd und Polyvinylpyrrolidon am häufigsten benutzt werden, haben POLGE und SMITH Anfang der 50er Jahre für die Spermakonservierung entdeckt. Für die Veterinärmedizin war diese Erkenntnis ein großes Ereignis. Sie machte die Kryokonservierung tierischer Ejakulate möglich und brachte ganz entscheidende hygienische und züchterische Erfolge (5).

Die Erkenntnisse der Veterinärmediziner wurden in die Humanmedizin erst ein Jahrzehnt später, verbunden mit anderen Überlegungen, übernommen (1). Die zeitliche Verzögerung wird verständlich, wenn man die Bedeutung des Kryospermias in der Humanmedizin zu werten versucht. Die eingefrorenen Samenportionen können gepoolt werden. Männer, die in fertilitätsgefährdeten Berufen tätig sind, oder die, die sich als Spender einer heterologen Insemination stellen, könnten ihr Sperma einer Samenbank zur Lagerung anbieten. Für die Sterilitäts-

behandlung, soweit es nicht die heterologe Insemination betrifft, ist die Kryokonservierung wohl unbedeutend. Die Vorstellung, daß das Sammeln und Einfrieren oligozoospermer Ejakulate, die nach einer entsprechenden Karenzzeit abgegeben wurden, für die homologe Insemination, allein oder in Kombination mit dem Nativsperma benutzt, die Erfolgsrate verbessert, hat sich bis heute mit einer entsprechenden Statistik nicht beweisen lassen (4, 8). Man muß dabei aber bedenken, daß keines der bis jetzt beschriebenen Kollektive so groß und einheitlich zusammengesetzt war, um eine definitive Aussage machen zu können und sich für die Andrologen in den letzten Jahren mehrere medikamentöse Therapie-Chancen ergaben, die genutzt wurden.

Inwieweit die Qualität des menschlichen Kryospermas, das im Vergleich zum tierischen Kryosperma, etwa dem Bullensperma, noch sehr ungünstige Einfrierergebnisse bringt, die Erfolgsrate bei der homologen und heterologen Insemination beeinflusst, kann man nur vermuten. Dazu gibt es unterschiedliche Ergebnisse. Letztlich bleibt eine Erkenntnis. Die Qualität des menschlichen Kryospermas befriedigt mit einem Motilitätsverlust von durchschnittlich mindestens 30 % zum Nativsperma noch nicht. Wenn diese Art der Keimzellkonservierung für die Zukunft bedeutend sein soll, so muß das Verfahren verbessert werden.

Die Untersuchung des Motilitätsverhaltens in temperaturkonstanten Stickstoffdampfphasen zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-180^{\circ}\text{C}$  sollte ein Mosaikstein aus diesem großen Experiment sein. Vorarbeiten, soweit sie die Temperaturbereiche zwischen  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $-80^{\circ}\text{C}$  betreffen, sind von BOUQUET Anfang der 70er Jahre gemacht worden.

## METHODIK

Zehn Ejakulate unausgesuchter Spender, deren Volumen zwischen 2,6 und 5 ml (Mittelwert 3,5 ml) lag, wurden in den Versuch genommen. Bei einer Ausgangsmotilität zwischen 18 % und 88 % (Mittelwert 62 %) betrug die Spermienzahl pro ml 10 Mill. bis 205 Mill. (Mittelwert 32 Mill.). Spender waren Studenten im Alter von 22 bis 29 Jahren, die das Sperma ohne geforderte Karenzzeit abgaben. Nach der Verflüssigung bei Raumtemperatur informierte ein grober andrologischer Status mit Volumen, Ausgangsmotilität und Spermienzahl über die wichtigsten Daten (3). Zum Einfrieren kam nach der Verflüssigung unter leichtem Schütteln zu den Samenportionen als protektive Substanz ein Glycerin-Eidotter-Natriumcitrat-Verdünner im Verhältnis 1 : 1, wie ihn BEHRMAN und SAWADA beschrieben haben, hinzu. Die Verdünnung mit dem protektiven Medium dauerte im Durchschnitt bei einem Zufluß über eine Rollerpumpe 10 Minuten. Ohne Adaptationszeit wurde das geschüttelte Sperma in Mikropailletten mit einem Volumen von 0,1 ml abgefüllt, die Pailletten mit einem Polyvinylalkoholpuder, der im Wasserbad polymerisierte, verschlossen und zum Einfrieren in jeweils fünf Gruppen aufgeteilt. Die konstanten Einfriertemperaturen für die Gruppen 1 bis 4 lagen bei  $-100^{\circ}\text{C}$ ,  $-120^{\circ}\text{C}$ ,  $-140^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$ . Die Pailletten der Gruppe 5 wurden direkt in flüssigen Stickstoff eingetaucht. Für die Gruppen 1 bis 4 konnten die tiefen Temperaturen mit Stickstoffdampf

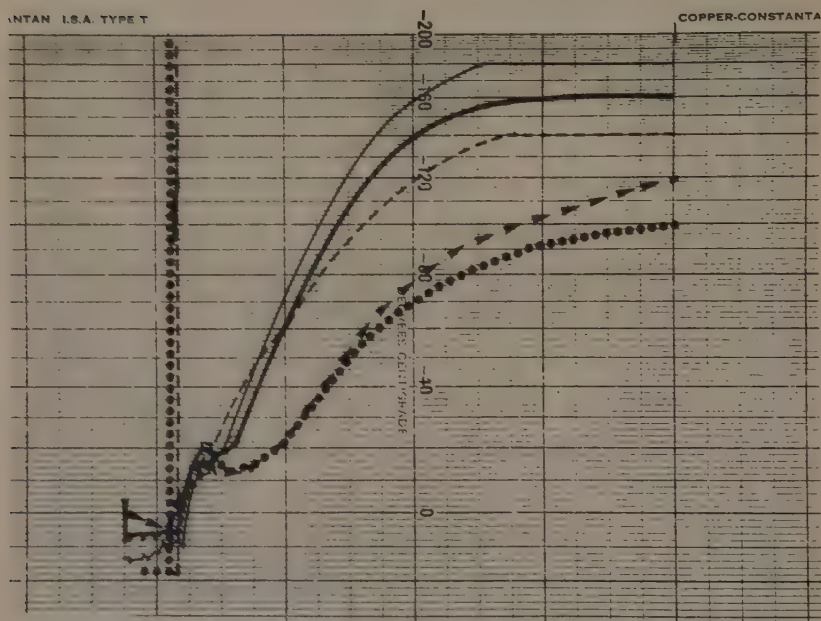
in einer Einfrierkammer \*) erreicht werden. Die Einfriergeschwindigkeit der Pailletten im Stickstoffdampf war außerordentlich schnell und unterschied sich bei den Temperaturdifferenzen zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$  nur unwesentlich. Zur Temperatur von  $-180^{\circ}\text{C}$  zeigte sich eine große Differenz, die in Abb. 1 grafisch dargestellt ist.

---

\*) Einfrierkammer BF 4-1, Union Carbide/USA

Abb. 1

Einfrierkurven der Pailletten bei vorgegebener Temperatur  
von  $-100^{\circ}\text{C}$ ,  $-120^{\circ}\text{C}$ ,  $-140^{\circ}\text{C}$ ,  $-160^{\circ}\text{C}$ ,  $-180^{\circ}\text{C}$ .



Die Einfrierkurven beim Eintauchen der Pailletten in die Stickstoffdampfphasen zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$  unterscheiden sich nicht wesentlich. Ein größerer Temperatursprung ist lediglich beim direkten Eintauchen der Pailletten in den flüssigen Stickstoff bei  $-180^{\circ}\text{C}$  zu erkennen.

Mit dem Erreichen der Endtemperatur der Stickstoffdampfphase kamen die Pailletten zur Lagerung direkt in flüssigen Stickstoff und blieben in den Containern bis zur Bestimmung der Endmotilität liegen. Die Lagerungsdauer der Pailletten in den Stickstoff-Containern lag zwischen drei Tagen und zwei Monaten.

Zur Bestimmung der Endmotilität wurden die Pailletten bei  $+37^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur im Inkubator aufgetaut.

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Ausgangsmotilität (AM), die Endmotilität (EM) und die Recoveryrate (EM bezogen auf 100 % AM) der einzelnen Ejakulate wurden abhängig von der Temperatur der Stickstoffdampfphase tabellarisch (Tab. 1 bis 11) zusammengefaßt. Für die Mittelwerte konnten in den einzelnen Temperaturbereichen für jeden Spender zwischen 7 und 11 Pailletten ausgewertet werden. Aus jeder Paillette wurden drei Motilitätsbestimmungen errechnet.

Um zu erkennen, ob bei den gemessenen Werten signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Ejakulaten oder den Einfriertemperaturen vorlagen, wurde eine zweifache Varianzanalyse<sup>\*)</sup> gerechnet. In diese Auswertung wurden die bei -180° C eingefrorenen Pailletten nicht aufgenommen. Bei einer Endmotilität von 0 % schieden sie aus.

Für die einzelnen Ejakulatportionen ergaben sich signifikante Unterschiede: Die Prüfgröße F war gleich 66,6 bei (9,27) FG, während der Tafelwert bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha \ll 1$  ‰ nur 4,6 beträgt.

---

\*) Für die Mithilfe bei der statistischen Berechnung danke ich Herrn Dr. Hommel vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation der Universität Erlangen-Nürnberg, Direktor Prof. Dr. Horbach.

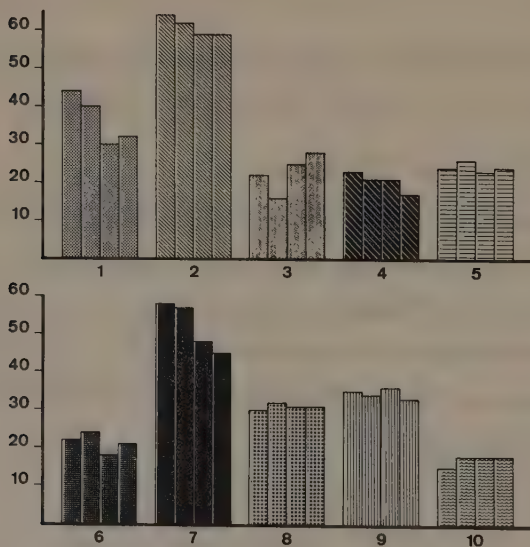
Für die verschiedenen Einfriertemperaturen zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$  ergaben sich keine signifikanten Unterschiede: Die Prüfgröße  $F$  lag mit 1,55 bei (3,27) FG zwischen den Tafelwerten 2,3 ( $\alpha = 10\%$ ) und 1,45 ( $\alpha = 25\%$ ). Damit gelang es nicht, eine optimale Einfriertemperatur zu formulieren, da für das Verhalten der Ejakulate im untersuchten Temperaturbereich keine signifikanten Unterschiede zu erkennen waren.

Außerdem wurde auch noch mit dem FRIEDMAN-Test untersucht, ob bezüglich der Temperaturen Unterschiede bestehen. Sie existieren nicht.

Diese Ergebnisse sind für die Praxis außerordentlich problematisch. Sie zeigen deutlich den Einfluß der Temperatur auf das Ejakulat bei der Tiefgefrierkonservierung. Sicher kann man danach das Verhalten der Ejakulate verschiedener Männer bei der Kryokonservierung als ganz inhomogen bezeichnen. Abbildung 2 zeigt das.

Abb. 2

Abhängigkeit der Spermienmotilität vom Spender und der Einfriertemperatur.

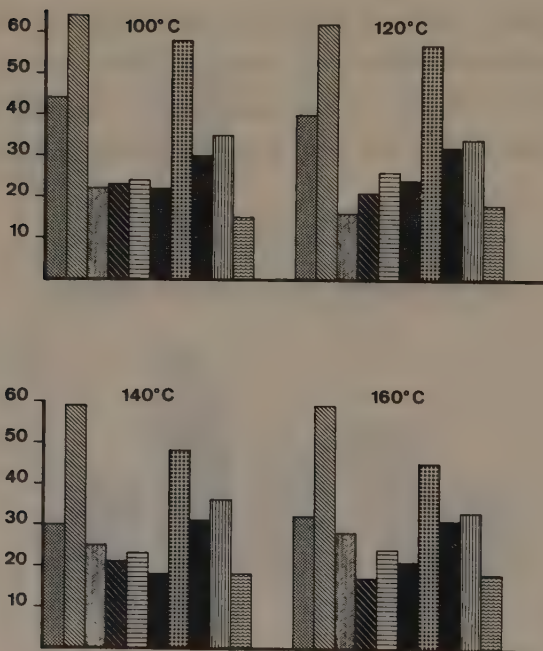


Auf der grafischen Darstellung ist das Verhalten von 10 Spender-Ejakulaten eingezeichnet. Die Endmotilität ist nicht nur abhängig von der den einzelnen Säulen entsprechenden Einfriertemperatur ( $-100^{\circ}\text{C}$ ,  $-120^{\circ}\text{C}$ ,  $-140^{\circ}\text{C}$ ,  $-160^{\circ}\text{C}$ ) sondern auch von der Eignung der einzelnen Ejakulate für das Einfrierverfahren. Diese Eignung ist spenderabhängig, obwohl sich auch mehrere Ejakulate des gleichen Spenders in ihrem Einfrierverhalten unterschiedlich zeigen.

Nach diesen Ergebnissen müssen Ejakulate verschiedener, aber auch des gleichen Spenders jeweils so variabel sein, daß sie bei gleichbleibenden Einfrierbedingungen sich letztlich doch in ihrem Endmotilitätsverhalten nach dem Auftauen unterscheiden. Der Versuch mit 10 Ejakulaten einen für mehrere Proben gleich günstigen Temperaturbereich zu finden, ist nicht gelungen. Abbildung 3 erlaubt einen solchen Vergleich. Ob das an einem größeren Kollektiv möglich wäre, bleibt offen. Die Untersuchungen von BOQUOI in den niedrigeren Temperaturbereichen zwischen  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $-80^{\circ}\text{C}$  hatten ähnliche Daten ergeben.

Abb. 3

Motilitätsverhalten 10 verschiedener Ejakulate beim Einfrieren in temperaturkonstanten Stickstoffdampfphasen zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$



Das Motilitätsverhalten der Ejakulate eines, aber auch der Ejakulate verschiedener Spender ist bei gleichbleibender Temperatur so unterschiedlich, daß sich weder ein für alle Ejakulate optimales Einfrierverfahren bei einer bestimmten Temperatur erkennen oder wenigstens für den einzelnen Spender eine optimale Einfriertemperatur definieren läßt, die man für die Aufarbeitung des Kryospermas verwerten könnte.

Da die Fraktionierung eines Ejakulates für die beschriebenen Versuche in so viele Portionen notwendig ist, um das Gefrierverhalten zu untersuchen, bleibt vorerst nur die Empfehlung, bei der Anwendung temperaturkonstanter Stickstoffdampfphasen im Bereich zwischen  $-80^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$  einzufrieren. Von der Tendenz wäre bei höheren und niedrigen negativen Temperaturen ein weniger günstiges Einfrierergebnis zu erwarten.

Die hier beschriebenen Untersuchungen wurden mit in Paillieten abgepackten Samenportionen gemacht. Ob sich der in Ampullen oder als Pellet abgepackte Samen bei gleichen Temperaturen ähnlich verhält, ist aus anderen Untersuchungen weitgehend anzunehmen (7).

## ZUSAMMENFASSUNG

10 menschliche Ejakulate wurden jeweils in so viele Fraktionen aufgeteilt, in Pailletten abgepackt und in temperaturkonstanten Stickstoffdampfphasen von  $-100^{\circ}\text{C}$ ,  $-120^{\circ}\text{C}$ ,  $-140^{\circ}\text{C}$ ,  $-160^{\circ}\text{C}$  und  $-180^{\circ}\text{C}$  eingefroren, daß das gewonnene Kryosperma nach dem Auftauen einen Vergleich der Endmotilität erlaubte. Damit sollte die Abhängigkeit der Einfriertemperatur für die Qualität des Kryospermas untersucht werden.

Während sich als Ergebnis signifikante Unterschiede für das einzelne Ejakulat bei verschiedenen Einfriertemperaturen erkennen lassen, besteht im Kollektiv kein Zusammenhang zwischen der Qualität des Kryospermas und dem zum Einfrieren gewählten Temperaturbereich zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-160^{\circ}\text{C}$ .

Die mit diesen Untersuchungen gewonnene Erkenntnis über die spezifische Abhängigkeit des Einzelejakulates von der optimalen Einfriertemperatur läßt sich für die Kryokonservierung in die Praxis nicht umsetzen. Für das Auffinden der günstigsten Einfriertemperatur ist vorerst noch die Aufarbeitung des ganzen Ejakulates notwendig. Damit bleibt für die eigentlich angestrebte Poolung kein Restejakulat mehr übrig. Ein für alle Ejakulate brauchbares standardisiertes Gefrierverfahren kann nicht optimale Endmotilitätswerte erwarten lassen.

TABELLARISCHER ANHANG

Tabelle 1

Spender A<sub>1</sub>

Ejakulatmenge: 5 ml

Spermienzahl/ml: 53 Mill.

AM: 77 %

| 100      | 120      | 140      | 160      | 180   |
|----------|----------|----------|----------|-------|
| 15 38 19 | 22 23 29 | 20 33 28 | 28 21 20 | 0 1 0 |
| 48 31 45 | 60 20 20 | 29 23 23 | 22 28 16 | 0 0 0 |
| 49 47 38 | 42 33 19 | 22 32 19 | 18 24 33 | 1 0 0 |
| 26 12 29 | 24 21 24 | 16 18 19 | 31 20 32 | 0 0 0 |
| 23 54 33 | 31 40 45 | 26 13 26 | 26 29 25 | 0 1 0 |
| 19 42 44 | 31 35 35 | 22 26 27 | 42 30 24 | 0 0 0 |
| 33 31 33 | 42 30 30 | 15 23 30 | 21 21 18 | 0 0 0 |
| 32 22 29 | 28 38 25 | 32 32 19 | 22 22 15 | 0 0 0 |
| 30 44 29 | 34 20 24 | 12 23 37 | 14 18 26 | 0 1 0 |
| 22 30 17 | 32 33 40 | 13 18 14 | 28 36 34 | 0 0 0 |
| 53 32 42 | 32 20 26 | 30 24 24 | 30 22 19 | 0 0 0 |

Tabelle 2

Spender A<sub>2</sub>

Ejakulatmenge: 4,2 ml  
Spermienzahl/ml: 62 Mill.  
AM: 71 %

| 100      | 120      | 140      | 160      | 180   |
|----------|----------|----------|----------|-------|
| 70 43 52 | 65 51 52 | 39 45 32 | 39 26 23 | 0 0 0 |
| 15 37 27 | 28 31 59 | 39 50 50 | 38 38 48 | 0 0 0 |
| 44 68 66 | 49 56 25 | 30 28 32 | 36 57 38 | 0     |
| 55 33 45 | 62 13 43 | 31 26 39 | 42 77 35 | 0     |
| 41 28 39 | 29 43 37 | 39 53 55 | 36 38 36 | 0     |
| 28 79 53 | 35 60 43 | 41 43 37 | 37 41 33 | 1 0 0 |
| 50 31 56 | 23 35 35 | 72 77 42 | 40 36 46 | 0     |
| 57 52 29 | 48 63 44 | 50 43 54 | 44 65 62 | 0     |
| 49 47 33 | 40 52 43 | 20 29 47 | 38 52 33 | 0     |
| 43 53 51 | 37 44 60 | 37 52 38 | 22 70 33 | 0     |
| 36 40 47 | 58 49 41 | 37 22 40 | 54 50 40 | 0     |

Tabelle 3

Spender B

Ejakulatmenge: 3,7 ml

Spermienzahl/ml: 205 Mill.

AM: 88 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180   |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 23 20 22 15 | 5 5 3 1     | 32 37 52 34 | 44 27 27 19 | 0     |
| 16 18 17 18 | 29 21 19 23 | 30 17 23 26 | 17 7 4 17   | 0     |
| 1 3 14 12   | 14 9 10 17  | 11 5 9 12   | 42 16 25 20 | 0     |
| 10 11 10 9  | 8 10 9 11   | 18 22 19    | 17 30 19 10 | 0     |
| 13 12 4 10  | 21 11 10 11 | 18 28 28 24 | 22 31 25 31 | 0     |
| 8 10 17 22  | 16 19 20 18 | 19 17 17 26 | 23 49 25 25 | 0     |
| 33 32 31 42 | 11 18 19 7  | 26 19 31 29 | 39 25 12 24 | 1 0 0 |
| 27 27 31 28 | 14 18 21 13 | 19 41 10 25 | 26 37 18 32 | 0     |
| 20 17 21 19 | 16 24 17 10 | 7 15 29 10  | -           | 0     |
| 19 37 38 15 | 5 15 14 6   | 23 17 11 11 | -           | 0     |

Tabelle 4

Spender C

Ejakulatmenge: 3 ml

Spermienzahl/ml: 164 Mill.

AM: 88 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 19 23 15 15 | 22 28 27 4  | 33 16 12 24 | 20 17 19 16 | 0   |
| 23 20 11 34 | 24 14 12 23 | 19 10 20 20 | 14 18 20 13 | 0   |
| 13 20 20 12 | 9 6 19 16   | 25 14 18 16 | 24 29 18 11 | 0   |
| 21 23 21 17 | 16 17 33 31 | 27 27 14 11 | 16 9 7 16   | 0   |
| 13 23 19 15 | 12 23 19 11 | 18 20 23 16 | 20 13 13 21 | 0   |
| 21 26 30 20 | 10 15 28 13 | 18 15 19 21 | 23 17 23 15 | 0   |
| 31 22 17 24 | 11 14 15 11 | 16 8 14 14  | 9 10 7 5    | 0   |
| 17 22 15 14 | 23 29 31 21 | -           | 12 7 14 7   | 0   |
|             | 29 19 18 24 |             |             |     |

Tabelle 5

Spender D<sub>1</sub>

Ejakulatmenge: 3,1 ml  
Spermienzahl/ml: 15 Mill.  
AM: 70 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 15 9 25 19  | 22 20 16 13 | 17 12 18 21 | 12 8 17 18  | 0   |
| 13 13 10 24 | 13 23 13 17 | 14 28 17 16 | 7 12 9 6    | 0   |
| 19 16 24 14 | 34 22 22 20 | 2 10 3 8    | 14 21 27 24 | 0   |
| 8 12 16 10  | 24 26 18 22 | 13 20 17 10 | 15 25 26 21 | 0   |
| 27 17 25 25 | 14 26 16 13 | 16 13 18 14 | 23 16 20 16 | 0   |
| 16 8 19 25  | 17 20 23 29 | 18 19 17 15 | 14 5 14 15  | 0   |
| 15 20 14 8  | 24 22 18 8  | 20 17 17 13 | 25 44 23 20 | 0   |
| 19 21 19 12 | 20 7 12 12  | 12 22 17 21 | 18 12 17 12 | 0   |
| 11 21 11 14 | 12 15 17 15 | 23 18 14 21 | 9 6 13 18   | 0   |
|             | 13 16 13 20 |             |             |     |

Tabelle 6

Spender D<sub>2</sub>

Ejakulatmenge: 3,5 ml

Spermienzahl/ml: 10 Mill.

AM: 75 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180      |
|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 18 11 8 14  | 24 26 25 20 | 6 21 16 14  | 19 15 9 14  | 0        |
| 15 22 15 18 | 21 22 18 15 | 12 13 12 9  | 14 11 18 14 | 0        |
| 17 17 16 15 | 18 35 15 25 | 13 11 5 19  | 15 27 10 19 | 1 0 1 0  |
| 19 21 13 19 | 15 6 17 11  | 20 11 15 32 | 13 11 9 8   | 0        |
| 11 14 26 13 | 12 19 15 5  | 16 12 16 14 | 26 17 11 12 | 0        |
| 14 12 13 18 | 10 13 13 16 | 11 7 10 7   | 23 13 23 25 | 0        |
| 20 16 16 25 | 23 23 18 17 | 18 14 18 15 | 16 18 15 8  | 0 12 3 3 |

Tabelle 7

Spender D<sub>3</sub>

Ejakulatmenge: 3,2 ml

Spermienzahl/ml: 9,6 Mill.

AM: 26 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 20 15 13 7  | 10 8 18 13  | 10 10 8 12  | 15 13 17 14 | 0   |
| 17 14 11 12 | 11 13 10 11 | 13 13 12 10 | 9 21 16 10  | 0   |
| 19 15 17 5  | 14 14 25 21 | 19 10 16 13 | 10 15 13 7  | 0   |
| 22 15 18 16 | 19 20 16 19 | 14 20 10 10 | 12 11 8 14  | 0   |
| 27 11 19 12 | 22 12 14 18 | 10 8 10 14  | 9 10 16 3   | 0   |
| 16 7 12 17  | 21 15 20 15 | 19 16 12 9  | 9 17 8 11   | 0   |
| 32 13 16 6  | 16 18 10 9  | 7 13 16 14  | 6 14 9 10   | 0   |

Tabelle 8

Spender E

Ejakulatmenge: 2,9 ml

Spermienzahl/ml: 42 Mill.

AM: 74 %

| 100         | 120         | 140         | 160         | 180 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| 16 18 25 24 | 26 16 5 12  | 32 16 18 13 | 28 20 25 20 | 0   |
| 17 15 30 22 | 19 28 25 28 | 20 27 23 25 | 24 25 21 20 | 0   |
| 27 17 23 29 | 36 20 31 16 | 32 18 14 28 | 31 22 13 18 | 0   |
| 16 21 28 21 | 22 34 27 19 | 27 34 27 27 | 19 22 34 32 | 0   |
| 22 19 22 31 | 27 16 21 38 | 25 24 9 20  | 16 22 25 20 | 0   |
| 22 19 25 18 | 28 26 18 31 | 29 21 20 21 | 27 31 21 22 | 0   |
| 24 25 20 18 | 9 21 25 27  | 35 18 40 22 | 28 12 15 20 | 0   |
| 31 27 26 9  | 17 21 38 31 | 23 27 25 28 | 17 30 30 43 | 0   |

Tabelle 9

Spender F<sub>1</sub>

Ejakulatmenge: 3,1 ml

Spermienzahl/ml: 63 Mill.

AM: 18 %

| 100          | 120         | 140         | 160          | 180 |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-----|
| 2 0 0 0      | 4 1 5 5 2   | 11 8 5 6 8  | 7 12 12 16 3 | 0   |
| 7 7 8 9 1    | 8 3 8 9 10  | 5 14 5 8 10 | 8 7 6 10 9   | 0   |
| 6 1 7 6 8    | 5 9 7 1 5   | 7 11 4 11 4 | 4 11 5 5 4   | 0   |
| 13 11 13 6 8 | 11 3 9 5 4  | 7 11 12 9 3 | 5 3 7 2 4    | 0   |
| 1 4 4 6 10   | 4 6 5 10 8  | 5 6 4 6 10  | 6 6 4 6 5    | 0   |
| 3 4 8 1 14   | 5 16 5 6 2  | 17 10 1 4 7 | 3 4 3 5 4    | 0   |
| 8 4 9 9 13   | 5 6 6 3 11  | 11 4 9 4 3  | 12 4 3 4 7   | 0   |
| 5 6 4 9 9    | 5 6 2 7 10  | 4 6 2 1 6   | 2 8 7 6 11   | 0   |
| 4 11 3 10 4  | 4 4 6 13 10 | 3 1 3 9 11  | 2 5 5 6 4    | 0   |

Tabelle 10

Spender F<sub>2</sub>

Ejakulatmenge: 2,6 ml

Spermienzahl/ml: 59 Mill.

AM: 28 %

| 100      | 120      | 140      | 160        | 180     |
|----------|----------|----------|------------|---------|
| 0 0 1 0  | 7 7 7 8  | 7 6 5 4  | 3 4 5 12   | 1 0 1 1 |
| 8 6 5 4  | 10 8 3 7 | 8 3 4 6  | 7 1 1 5    | 1 1 0 0 |
| 3 3 5 6  | 0 4 7 1  | 3 4 2 6  | 6 11 11 10 | 1 1 2 0 |
| 7 4 6 7  | 3 5 8 3  | 0 2 4 4  | 3 5 6 2    | 0 0 4 1 |
| 3 3 3 3  | 10 5 4 3 | 1 5 3 3  | 8 4 2 3    | 1 6 3 5 |
| 1 3 11 3 | 4 3 2 1  | 10 6 6 8 | 10 1 2 2   | 0 0 1 0 |
| 8 6 3 5  | 5 9 5 4  | 8 7 5 6  | 3 6 8 5    | 2 5 1 0 |

Tabelle 11

Mittelwerte der Endmotilitäten der untersuchten 10 Ejakulate

| Tab. | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1    | 34  | 30  | 23  | 25  | 0   |
| 2    | 45  | 44  | 42  | 42  | 0   |
| 3    | 19  | 14  | 22  | 25  | 0   |
| 4    | 20  | 19  | 18  | 15  | 0   |
| 5    | 17  | 18  | 16  | 17  | 0   |
| 6    | 16  | 18  | 14  | 16  | 0   |
| 7    | 15  | 15  | 12  | 12  | 0   |
| 8    | 22  | 24  | 24  | 23  | 1   |
| 9    | 6   | 6   | 7   | 6   | 0   |
| 10   | 4   | 5   | 5   | 5   | 2   |

Tabelle 12

Recoverywerte der untersuchten 10 Ejakulate

| Tab. | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1    | 44  | 39  | 30  | 32  | 0   |
| 2    | 64  | 62  | 59  | 59  | 0   |
| 3    | 21  | 16  | 25  | 28  | 0   |
| 4    | 23  | 21  | 21  | 17  | 0   |
| 5    | 24  | 26  | 23  | 24  | 0   |
| 6    | 59  | 57  | 48  | 45  | 0   |
| 7    | 30  | 32  | 31  | 31  | 0   |
| 8    | 22  | 24  | 18  | 21  | 1   |
| 9    | 35  | 34  | 36  | 33  | 0   |
| 10   | 15  | 18  | 18  | 18  | 5   |

LITERATURVERZEICHNIS

1. BEHRMAN, S. J.,  
Y. SAWADA:  
Heterologous and homologous inseminations with human semen frozen and stored in a liquid-nitrogen refrigerator.  
Fertil Steril. 17, 457 (1966)
2. BREGULLA, K.,  
U. BOQUOI:  
Untersuchungen zur Tiefkühlkonservierung menschlichen Spermas.  
Arch. Gynäk. 212, 1972, 323
3. BREGULLA, K.,  
G. STAEPS,  
R. HAHN,  
P. HILTL:  
Die Abhängigkeit der Spermienmotilität bei der Tiefkühlkonservierung von der Art der Abfülltechnik und Verpackung.  
Z. Hautkrankh. 49, 25 (1974)
4. ELIASSON, R.:  
Standards for investigation of human semen.  
Andrologie 3, 49 (1971)
5. GUTTMACHER, A.F.:  
Artifizielle Insemination  
in Gynäkologie und Geburtshilfe  
Bd 1 S 669 - 676  
v. Käser, Friedberg, Ober, Thomsen, Zander  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1969
6. PAUFLE, S. K.  
u. Mitarb.:  
Künstliche Besamung und Eitransplantation bei Tier und Mensch.  
Band I.  
Hannover: M. & H. Schaper (1974)
7. POLGE, C.,  
A. U. SMITH,  
A. S. PARKES:  
Survival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures.  
Nature 164, 666 (1949)
8. VASTERLING, H.W.:  
Die künstliche Besamung beim Menschen.  
In: Paufler, S.K. u. Mitarb.,  
Künstliche Besamung und Eitransplantation bei Tier und Mensch.  
Bd. I, 156 - 186  
Hannover, M. & H. Schaper 1974



BIOGRAPHISCHE DATEN

Name: Sylvia Marion Burkardt

geboren: 15.8.1951 in Nürnberg

Schulen: 1957 - 1961 Volksschule / Nürnberg  
1961 - 1970 Städtisches Labenwolfgynasium  
Nürnberg, neusprachliche Abteilung  
1970 Abitur

Studium: ab 1970 an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.  
Fach: Medizin  
Ärztliche Vorprüfung: 1973

Staatsexamen: 30. Juli 1976

Erlangen, im August 1976

Sylvia Marion Burkardt









**Copy - Center 2000**

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30